

УДК: 636.034:636.082

DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.246

МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ГОЛШТИНСКОГО СКОТА С РАЗЛИЧНЫМИ ГЕНОТИПАМИ ГЕНА ОСТЕОПОНТИН (*OPN*)

Гайнутдинова Э.Р.¹ – науч. сотр., асп. (ORCID 0000-0002-2970-1500), Сафина Н.Ю.^{1*} – к. биол. н., ст. науч. сотр. (ORCID 0000-0003-1184-3188), Фаттахова З.Ф.^{2,3} – к. биол. н., мл. науч. сотр. (ORCID 0000-0002-6083-2883), Шакиров Ш.К.¹ – д-р. с.-х. н., проф., гл. науч. сотр. (ORCID 0000-0002-3362-0463).

¹ Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
ФИЦ КазНЦ РАН.

² Селекционно-семеноводческий центр СП ФИЦ КазНЦ РАН.

³ ФГБОУ ВО Казанская государственная академия ветеринарной медицины
им. Н.Э. Баумана

*natysafina@gmail.com

Ключевые слова: крупный рогатый скот, ген, аллель, ПЦР-ПДРФ, *OPN*, молочная продуктивность, жир, белок

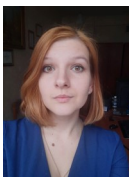
Key words: cattle, gene, allele, PCR-RFLP, *OPN*, milk production, fat, protein

**Статья подготовлена в рамках государственного задания: Эколого-генетические подходы к созданию и сохранению ресурсов растений и животных, расширению их адаптивного потенциала и биоразнообразия, разработка сберегающих агротехнологий с целью повышения устойчивости производства высококачественной продукции, достижения безопасности для здоровья человека и окружающей среды. Номер регистрации: 122011800138-7.*

Поступила: 06.06.2023

Принята к публикации: 11.09.2023

Опубликована онлайн: 29.09.2023



РЕФЕРАТ

Исследование проводили с целью изучения полиморфизма гена остеопонтин (*OPN*) и оценки показателей молочной продуктивности коров-первотелок голштинской породы с разными генотипами. Работа выполнена в СХПК «Племзавод им. Ленина» Атнинского района Республики Татарстана и лаборатории отдела физиологии, биохимии, генетики и питания животных ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН. Генотипирование осуществляли методом ПЦР-ПДРФ по локусу гена *OPN-BseI I*. Анализ генетической структуры показал, что исследуемая популяция полиморфна по гену *OPN*. Распределение аллелей и генотипов было следующим: С-0,432 и Т-0,568; СС – 14,3% (37 гол.), СТ – 57,8% (149 гол.) и ТТ – 27,9% (72 гол.). Наибольший удой за 305 дней лактации и высокий выход молочного белка отмечен у особей с генотипом СС. В ходе ДНК-тестирования 258 коров-первотелок голштинской породы методом ПЦР-ПДРФ полиморфизма гена остеопонтин (*OPN*) выявлено, что исследуемая популяция крупного рогатого скота полиморфна и представлена всеми аллелями и генотипами. По содержанию массовой доли жира и выходу молочного жира статистически значимое превосходство наблюдается у животных с гетерозиготным СТ-генотипом. Установлено, что аллель С оказывает положительное влияние на признаки молочной продуктивности и качественного состава молока.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Изучение локусов, влияющих на молочную продуктивность крупного рогатого скота, является одной из перспективных тем исследований в области животноводства. Многочисленные зарубежные и отечественные источники сообщают о значительном количестве геномных регионов и полиморфизмах генов-маркеров, напрямую или опосредованно связанных с производством молока и его качественными показателями [2, 3, 7].

Остеопонтин (OPN) представляет собой высоко фосфорилированный гликопротеин, содержащийся в тканях и молоке крупного рогатого скота [10]. Он кодируется геном *OPN*, который локализован на хромосоме 6 и состоит из 7 экзонов [9]. *OPN* играет важную роль в различных процессах, протекающих в организме, например, в клеточной активности и адгезии, хемотаксисе, инициации и поддержании беременности, а также в регуляции роста и развития плода [4].

А. Saleli и др. (2015) установлено, что остеопонтин связан с уровнем удоя крупного рогатого скота [7]. Н. Khatib и др. (2007) исследовали ассоциацию генотипов гена *OPN* с уровнем лактации в популяциях голштинского скота и выявили, что в опытной поголовье коров аллель С положительно коррелирует с признаками молочной продуктивности [5].

Целью данного исследования являлось изучение влияния полиморфных вариантов гена остеопонтин (*OPN*) на показатели молочной продуктивности коров-первотелок голштинской породы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Исследование проводилось с использованием биологического материала, отобранного у 258 первотелок голштинской породы в СХПК «Племзавод им. Ленина» Атнинского района Республики Татарстан. Животные, участвующие в опыте, содержались в одинаковых условиях окружающей среды на стандартном рационе. Экстракцию ДНК из образцов цельной крови осуществляли при помощи готового набора «АмплиПрайм» ДНК-

сорб-В (Некст Био, Россия), согласно инструкции изготовителя. Генотипирование по локусу гена *OPN-BseI 1* проводили методом ПЦР-ПДРФ с последующей визуализацией фрагментов в агарозном геле в модернизированных температурно-временных условиях [1, 6]. Информация о молочной продуктивности коров получена из ИАС «СЕЛЭКС. Молочный скот» (АРМ «Плино», Россия). Качественный состав молока оценивался на оборудовании MilkoScan 7 RM, CombiFossTM 7, FossomaticTM 7 (FOSSHeadquartes, Дания) в АО ГПП «Элита» Высокогорского района РТ. Достоверность данных, полученных в ходе биометрического анализа, проверялась по критерию *t*-Стьюдента с использованием статистических формул.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

В ходе опыта нами установлено, что исследуемая популяция коров голштинской породы полиморфна по гену *OPN* и представлена тремя генотипами: СС – 14,3%, СТ – 57,8% и ТТ – 27,9%. Распределение аллелей С и Т составило 0,432 и 0,568 соответственно [1].

Исследование взаимосвязи признаков молочной продуктивности и полиморфных вариантов гена *OPN* показало, что наибольший удой за первую лактацию получен от первотелок с генотипом СС. Обработанные данные приведены в таблице 1.

Статистически значимое превосходство по уровню удоя за первую стандартную лактацию (305 дней) отмечается между группами животных, имеющих генотипы СС и ТТ гена *OPN*, – 260,9 кг (3,7%; $p < 0,05$), а имеющих генотипы СС и СТ гена *OPN*, – 250,2 кг (2,9%; $p < 0,05$).

В молоке особей с генотипом СТ по гену *OPN* массовая доля жира была выше, чем у сверстниц иных генетических групп. Достоверные различия по этому показателю ($p < 0,05$) по сравнению с первотелками с генотипом СС составили 0,16 абс.%, а с ТТ – 0,15 абс.%. По содержанию массовой доли белка наблюдается вариабельность в зависимо-

сти от генотипа (3,40–3,41 %), но носит характер тенденции без статистически значимого различия.

Наибольший выход молочного жира за лактацию получен у животных с генотипом СТ, достоверная разница между группами с генотипами СТ и СС составила 4,0 кг (1,63%; $p < 0,05$), а между животными с генотипами СТ и ТТ–12,2 кг (4,96%; $p < 0,05$).

Максимальный выход молочного белка зафиксирован у коров с генотипом СС (241,4 кг). Другие исследователи так же отмечали высокий выход молочного белка у иранского голштинского крупного рогатого скота с генотипом СС гена *OPN* [7]. Ученые, изучавшие популяции североамериканской голштинской породы,

сообщили о связи между полиморфизмом гена *OPN* и массовой долей белка молока [6, 9].

Коэффициент молочности, демонстрирующий какое количество молока произведено коровой на 1 кг живой массы, в зависимости от генотипа коров, находился на уровне 1326,3–1328,6 без статистически значимых различий.

По уровню коэффициента устойчивости лактации преимущество было у особей с генотипом СС. Наблюдаемое различие, по сравнению с первотелками с гетерозиготным генотипом СТ, составило 1,7 ($p < 0,05$), а гомозиготным генотипом ТТ – 5,2 ($p < 0,05$).

Таблица 1

Влияние полиморфных вариантов гена остеопонтина (*OPN*) на показатели молочной продуктивности коров-первотелок

Показатели	Генотипы		
	СС (n = 37)	СТ (n = 149)	ТТ (n = 72)
Удой за лактацию (305 дней), кг	7099,5±60,3*	6894,3±188,9	6838,6±117,1
Массовая доля жира, %	3,41±0,04	3,57±0,07*	3,42±0,03
Массовая доля белка, %	3,40±0,06	3,41±0,01	3,40±0,02
Выход молочного жира, кг	242,1±8,66	246,1±5,83*	233,9±2,16
Выход молочного белка, кг	241,4±8,22	235,1±3,83	232,5±4,70
Коэффициент молочности	1328,3±47,9	1328,6±20,2	1326,3±24,9
Коэффициент устойчивости лактации	101,1±1,9*	99,4±1,1	95,9±1,5

Примечание: * - $p < 0,05$

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

В ходе ДНК-тестирования 258 коров-первотелок голштинской породы методом ПЦР-ПДРФ полиморфизма гена остеопонтина (*OPN*) выявлено, что исследуемая популяция крупного рогатого скота полиморфна и представлена всеми аллелями и генотипами. Анализ ассоциаций полиморфных вариантов гена *OPN* с экономически значимыми показателями установил, что аллель С оказывает положительное влияние на признаки молочной продуктивности и качественного состава молока.

DAIRY PRODUCTIVITY OF HOLSTEIN CATTLE WITH DIFFERENT GENOTYPES OF THE OSTEOPONTIN (*OPN*) GENE

Gaynutdinova E. R. – Researcher, Graduate student¹ (ORCID 0000-0002-2970-1500), **Safina N. Yu.** – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher¹ (ORCID 0000-0003-1184-3188), **Fattakhova Z. F.** – Candidate of Biological Sciences, Junior Researcher² (ORCID 0000-0002-6083-2883), **Shakrov Sh. K.** – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher¹

(ORCID 0000-0002-3362-0463).

¹ Tatar Scientific Research Institute of Agriculture "Kazan Scientific Center of Russia Academy of Sciences", Kazan, Russian Federation

² Selection and Seed Center structural subdivision of FRC Kazan Scientific Center of RAS

*natysafina@gmail.com

ABSTRACT

The study was conducted in order to study the polymorphism of the osteopontin gene (OPN) and to evaluate the indicators of milk productivity of Holstein first-calf cows with different genotypes. The work was carried out in the agricultural complex "Plemzavod im. Lenin" of the Atninsky district of the Republic of Tatarstan and the laboratory of the Department of Physiology, Biochemistry, Genetics and Animal Nutrition of the TatNIISKh FIT KAZNTS RAS. Genotyping was carried out by PCR-PDRF at the locus of the OPN-BseI I gene. The analysis of the genetic structure showed that the studied population is polymorphic by the OPN gene. The distribution of alleles and genotypes was as follows: C-0.432 and T-0.568; CC – 14.3% (37 goals), CT – 57.8% (149 goals) and TT – 27.9% (72 goals). The highest milk yield for 305 days of lactation and a high yield of milk protein was observed in individuals with the CC genotype. During DNA testing of 258 Holstein first-calf cows by PCR-PDRF of osteopontin gene polymorphism (OPN), it was revealed that the studied cattle population is polymorphic and is represented by all alleles and genotypes. According to the content of the mass fraction of fat and the yield of milk fat, a statistically significant superiority is observed in animals with a heterozygous CT genotype. It has been established that the C allele has a positive effect on the signs of milk productivity and the qualitative composition of milk.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гайнутдинова, Э.Р. Идентификация полиморфизма гена остеопонтина (OPN) в популяции голштинского крупного рога-

- того скота Республики Татарстан / Э.Р. Гайнутдинова, Н.Ю. Сафина, З.Ф.Фаттахова и др. // *Journal of Agriculture and Environment*. – 2022. – №7 (27) – С. 8. DOI: 10.23649/jae.2022.27.7.008
2. Гайнутдинова, Э.Р. Влияние полиморфизма гена лептина (LEP) на молочную и мясную продуктивность коров-первотелок голштинской породы / Э.Р. Гайнутдинова, Н.Ю. Сафина, Ш.К. Шакиров и др. // *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. – 2021. – Т. 245 (I). – С. 24–28. DOI: 10.31588/2413-4201-1883-245-1-24-28
3. Рачкова, Е.Н. Наследуемость молочной продуктивности в зависимости от полиморфизма гена бета-лактоглобулина / *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. – 2016. – Т. 226 (II). – С. 209–213.
4. Johnson, G.A. Osteopontin: roles in implantation and placentation / G.A. Johnson, R.C. Burghardt, F.W. Bazer et al. // *Biol Reprod*. – 2003. – Vol. 69(5). – P. 1458–1471. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.103.020651>
5. Khatib, H. The Association of Bovine PPARGC1A and OPN Genes with Milk Composition in Two Independent Holstein Cattle Populations / H. Khatib, I. Zaitoun, J. Wiebelhaus-Finger et al. // *J Dairy Sci*. – 2007. – Vol. 90. – P. 2966–2970. DOI:10.1186/1297-9686-36-2-163
6. Leonard, S. Effects of the Osteopontin Gene Variants on Milk Production Traits in Dairy Cattle / S. Leonard, H. Khatib, V. Schutzkus et al. // *J.Dairy Sci*. – 2005. – Vol. 88(11). – P. 4083–4086. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(05)73092-7.
7. Salehi, A. The Association of Bovine Osteopontin (OPN) Gene with Milk production Traits in Iranian Holstein Bulls / A. Salehi, K. Nasiri, M. Aminafshar et al. // *Iran J Biotech*. – 2015. – Vol. 13 (1): e1092. DOI:10.15171/ijb.1092
8. Schack, L. Considerable variation in the concentration of osteopontin in human milk, bovine milk, and infant formulas / L. Schack, A. Lange, J. Kelsen et al. // *Journal*

of Dairy Science. – 2009. – Vol. 92(11): – P. 5378–5385. doi: 10.3168/jds.2009-2360

9. Schnabel, R.D. Fine-mapping milk production quantitative trait loci on BTA6: Analysis of the bovine osteopontin gene / R.D. Schnabel, J.J. Kim, M.S. Ashwell et al. // Proc. Natl. Acad. Sci. – 2005. – Vol. 102(19). – P. 6896–6901. <https://doi.org/10.1073/pnas.0502398102>

10. Sodek, J. Osteopontin / J. Sodek, B. Ganss, M.D. McKe. et al. // Critical Reviews in Oral Biology and Medicine. – 2000. – Vol. 11(3). – P. 279–303. doi: 10.1177/10454411000110030101

REFERENCES

1. Gainutdinova ER, The identification of osteopontin gene polymorphism (OPN) in the population of holstein cattle of the Republic of Tatarstan/ ER Gainutdinova, NYu Safina, ZF Fattakhova [et.al.] [Journal of Agriculture and Environment]. 2022;7 (27):8.[In Russ.] DOI: 10.23649/jae.2022.27.7.008

2. Gainutdinova ER, Influence of leptin (LEP) gene polymorphism on dairy and meat productivity of holstein heifers / ER Gainutdinova, NYu Safina, ShK Shakirov [et.al.] [Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана].2021;245 (I):24–28. [In Russ.] DOI: 10.31588/2413-4201-1883-245-1-24-28

3. Rachkova EN, The heritability of milk productivity depending on polymorphism gene beta-lactoglobulin [Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баума-

на].2016; 226 (II):209–213. [In Russ.]

4. Johnson GA, Burghardt RC, Bazer FW, Osteopontin: roles in implantation and placentation. Biol Reprod. 2003; 69(5):1458–1471. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.103.020651>

5. Khatib H, Zaitoun I, Wiebelhaus-Finger J The Association of Bovine PPARGC1A and OPN Genes with Milk Composition in Two Independent Holstein Cattle Populations. J Dairy Sci. 2007; 90: 2966–2970. DOI:10.1186/1297-9686-36-2-163

6. Leonard S, Khatib H., Schutzkus V Effects of the Osteopontin Gene Variants on Milk Production Traits in Dairy Cattle. J.Dairy Sci.2005; 88(11):4083–4086. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(05)73092-7.

7. Salehi A, Nasiri K, Aminafshar Salehi M The Association of Bovine Osteopontin (OPN) Gene with Milk production Traits in Iranian Holstein Bulls.Iran J Biotech. 2015; 13 (1). e1092. DOI:10.15171/ijb.1092

8. Schack L, Lange A, Kelsen J Considerable variation in the concentration of osteopontin in human milk, bovine milk, and infant formulas. Journal of Dairy Science. 2009. 92(11): 5378–5385. doi: 10.3168/jds.2009-2360

9. Schnabel RD, Kim JJ, Ashwell MS Fine-mapping milk production quantitative trait loci on BTA6: Analysis of the bovine osteopontin gene. Proc. Natl. Acad. Sci. 2005. 102(19):6896–6901. <https://doi.org/10.1073/pnas.0502398102>

10. Sodek J, Ganss B, McKe MD Osteopontin. Critical Reviews in Oral Biology and Medicine.2000. 11(3): 279–303. doi: 10.1177/10454411000110030101